Collection Sciences Économiques et Sociales

Dernier tango argentique

Olivier Bomsel et Gilles Le Blanc

DERNIER TANGO ARGENTIQUE

Le cinéma face à la numérisation

Olivier Bomsel et Gilles Le Blanc



C'est d'après le roman d'Alberto Moravia.

Il y a Brigitte Bardot et Michel Piccoli.

Il y a aussi Jack Palance et Georgia Moll,

et Fritz Lang.

Les prises de vues sont de Raoul Coutard.

Georges Delerue a écrit la musique

et le son a été enregistré par William Sivel.

Philippe Dussart s'est occupé de la régie avec Carlo Lastricati.

C'est un film de Jean-Luc Godard.

Il est tourné en scope et tiré en couleurs par GTC à Joinville.

Il été produit par Georges de Beauregard et Carlo Ponti pour les sociétés Rome-Paris Films, Concordia, Compania Cinematografica-Champion à Rome.

« Le cinéma, disait André Bazin, substitue à notre regard, un monde qui s'accorde à nos désirs. »

« Le Mépris » est l'histoire de ce monde.

PLAN GENERIQUE DE DEBUT DU FILM
« Le Mépris » de Jean-Luc GODARD (1963)

AVANT-PROPOS

Choisir le cinéma pour étudier les mécanismes et les effets de la diffusion des technologies de l'information dans nos économies peut surprendre. Quels enseignements attendre de cet exemple que certains jugeront frivole et réducteur ? Après tout, comme tout ce qui relève de l'exception culturelle, le cinéma n'échappe-t-il pas à l'analyse économique ? En outre, le remplacement de quelques milliers de lanternes par des engins numériques paraît une bien petite affaire en regard des débats soulevés par l'UMTS, le commerce électronique ou l'extension de la sous-traitance informatique.

Enfin, et surtout, la messe n'est-elle pas déjà dite ? La numérisation totale du cinéma est en marche, la projection numérique dans les salles devrait être parachevée en cinq ans. En 2000, George Lucas a prédit pour 2005 la diffusion entièrement numérique de l'épisode 3 de *Star Wars*, tandis que Technicolor s'engageait à équiper rapidement un millier de salles aux Etats-Unis.

Pourtant, deux ans après, on est encore loin du compte : la projection numérique reste marginale, le déploiement stagne, l'opposition des exploitants de salles en Europe comme aux Etats-Unis ne désarme pas. Rapporté au caractère inéluctable de la numérisation et aux multiples bénéfices annoncés, ce résultat surprend. Il mérite une analyse. L'explication usuelle du coût de la transition technologique et du difficile partage de l'investissement entre distributeurs et exploitants n'apporte qu'une réponse partielle. On pressent des logiques économiques plus fondamentales.

En réalité, avec l'introduction du projecteur numérique, c'est le dernier maillon de la chaîne de numérisation du son et de l'image qui vacille. Cette étape achevée, la plupart des repères hérités de l'histoire, centenaire, du cinéma risque de s'effacer. L'enjeu n'est pas seulement technique ou financier. Il touche aussi les représentations économiques du film en tant que produit, de l'industrie du cinéma, de ses métiers, des frontières de ses entreprises, sans oublier les politiques publiques du secteur.

Pour cette raison, le débat sur la projection numérique est significatif. Non seulement il cristallise et illustre les différentes logiques suscitées par la numérisation, mais ce faisant, il fait surgir de nouvelles catégories autorisant une relecture des enjeux économiques des industries de contenus.

L'obstruction des exploitants à la projection numérique n'est pas un banal *remake* de la querelle des Anciens et des Modernes dans lequel une corporation réactionnaire ferait de la résistance à l'innovation. Un regard

attentif montre que les exploitants se sont industrialisés en investissant dans les multiplexes, lesquels sont une innovation économique qui dynamise la demande et rééquilibre en leur faveur les rapports de force de la filière. A partir de cet exemple, certes focalisé, mais d'une large portée symbolique, ce livre propose une méthode d'analyse des effets de la numérisation dans les industries de contenus. Son objectif est de fournir aux professionnels du secteur, aux étudiants et au citoyen sensible à ces questions, l'approche et les outils économiques permettant de décrypter les stratégies d'entreprises et les conflits d'intérêt en résultant. Il entend aussi apporter un éclairage original aux débats publics qui se multiplient sur les enjeux économiques, industriels et sociaux de la numérisation dans les secteurs dits culturels (télévision, édition, photographie, musique, cinéma, etc.).

Enfin, ce livre n'aurait pu être sans la motivation de nos élèves, sans la confiance des professionnels qui ont bien voulu nous guider et nous relire, et sans le soutien de nos amis de l'Ecole des Mines qui, grâce aux techniques numériques, ont su rapidement l'éditer. Que tous soient ici remerciés.

REMERCIEMENTS

Fabienne Vonier, Pyramide

Olivier Snanoudj, Stéphane Landfried, FNCF

Guy Verrecchia, Jean-Marie Dura,UGC

Jean-Pierre Decrette, EuroPalaces

Jean-Fabien Dupont, Kodak

Olivier Hillaire

Hortense de la Briffe, Unicine

Emmanuel Roussel, INA

Olivier Chiavassa, Eclair

Jacques Rey, Jean-François Baudry, VTHR

Hervé Le Coz, Duran Duboi

Pierre Fernandez, Jean-François Le Mounier, AFP

Jean Jacques Gentric, AAVS

Patrick Fournier, e-vod

Bernard Pauchon, France Telecom

Marc Tijssens, Kinepolis Group

Francis Boespflug, Warner France

Et à l'Ecole des Mines :

Olivier Chauffrut, Michael Touré, Ghislain Bardon, Erwan Verlingue, François Keromnes, nos élèves de deuxième année.

Véronique Dubarry, au Cerna

Philippe Mustar, au CSI

Dominique Deville, aux Presses de l'Ecole

CHAPITRE 1. LE CINEMA FACE A LA NUMERISATION

LA NUMERISATION DU SON ET DE L'IMAGE

Le développement des technologies numériques n'est pas un phénomène récent. Toutefois, la numérisation de ce qu'on appelle des biens informationnels (texte, son, image) ne se déploie véritablement à échelle industrielle qu'à partir des années 1980.

Elle affecte d'abord l'industrie de la musique. En moins d'une décennie, le succès des disques compacts (CD) bouleverse la séquence de capture et de traitement du son. Ce processus modifie les paramètres technico-économiques de toute la chaîne industrielle, renforce l'enjeu du contrôle des droits et accélère la concentration des labels de diffusion.

Avec les années 1990, les technologies numériques se diffusent, peu à peu, dans l'industrie des images. Dans le secteur du photo-reportage, la numérisation des communications transforme la chaîne commerciale de la distribution des photos de presse et provoque, en quelques années, la marginalisation des agences traditionnelles et l'industrialisation de la profession, regroupée en trois grandes agences mondiales. A la fin de la décennie, la numérisation touche la télévision, en particulier l'édition des journaux télévisés : l'élimination des cassettes magnétiques justifie l'investissement dans une chaîne numérique intégrée allant de la prise de vue à la régie du journal en direct. Le processus s'étend enfin aux archives audiovisuelles, dont il bouleverse les modes d'exploitation et de valorisation commerciale. Les archives occupent une part croissante dans les programmes audiovisuels et permettent, grâce au DVD, la création de nouveaux produits d'édition. Les implications industrielles et juridiques de ces transformations sont encore largement à venir.

La diffusion de la numérisation dans le cinéma se fait de manière plus progressive. Au plan technique, cette industrie se caractérise par une très forte densité des signaux (entre 4 et 16 millions d'informations élémentaires par image, 24 images par seconde) avec une adaptation remarquable du système analogique à cette complexité. Au plan économique, il s'agit d'une industrie de prototypes peu soumise aux économies d'échelle, brassant un chiffre d'affaires modeste en comparaison des autres grands secteurs industriels de loisirs. Néanmoins, les effets de réputation, de marque et de représentation associés au cinéma vont bien au-delà du strict résultat comptable de cette activité.

Les technologies permettant la numérisation de l'ensemble de la chaîne sont désormais disponibles et se diffusent peu à peu à chacune des étapes de la

fabrication des films. Beaucoup ont donc pensé, tant dans les grands groupes de communication que dans les industries techniques, que la numérisation totale de la chaîne était inéluctable à court terme et ont, à la faveur de la vogue d'investissements des années 1996-2000, anticipé sur les effets de ce processus. La réalité est plus complexe et fait apparaître des contradictions inattendues, inhérentes au processus de numérisation. Le film argentique a la vie dure, même s'il entame son dernier tango.

L'objet de ce livre est de décrire et d'analyser les mécanismes économiques associés à la diffusion des technologies numériques dans l'industrie du cinéma. Toutefois, on va le voir, la numérisation de l'information ne peut se limiter à un phénomène purement technique. C'est aussi un phénomène économique dont l'essence est – en raison de la possibilité de codage universel – de renforcer la dimension informationnelle de tous les processus industriels et marchands. Dans le cas du cinéma, le premier effet de la numérisation est de faire apparaître le film comme un bien informationnel particulièrement dense. Cette identification permet de présenter sous des aspects nouveaux un certain nombre de phénomènes économiques bien connus dans cette industrie (exclusivité, diffusion multi-support, tarification...) et d'en analyser d'autres, inédits (différenciation, fidélisation...). Notre ambition est donc de présenter une analyse aussi concrète que possible de la numérisation dans l'industrie du cinéma, en l'appuyant sur une représentation de son produit issue des méthodes actuelles de l'économie numérique.

LE CINEMA DANS LA PERSPECTIVE DE L'ECONOMIE NUMERIQUE

CONTEXTE

Le thème de la numérisation du cinéma est apparu au grand public à la fin des années 1990, dans la conjoncture de la Nouvelle Economie. Dans cette période très fortement marquée par la recherche d'applications de contenu pour les réseaux télécoms haut-débit, la numérisation des images et leur circulation sur Internet ouvrait, parallèlement au commerce électronique, des perspectives économiques justifiant la poursuite des investissements dans le déploiement des réseaux. En octobre 1999, au mondial des Télécoms de Genève qui fut l'un des hauts-lieux de la techno-fiction, les grands équipementiers vantaient les technologies UMTS et blue-tooth en présentant des images de cinéma sur des terminaux numériques. Un mois plus tard, et un an avant Vivendi et Universal, l'annonce de la fusion d'AOL – nouvel entrant de l'Internet – avec Time-Warner, vieille major du cinéma et de la télévision, étendait au champ industriel l'alliance inévitable des réseaux et des contenus numériques. La fièvre du *digital cinema* gagnait alors Hollywood, pourtant réputé très conservateur. Certains films, comme *The Blair Witch Project* ou *Austin Powers II*, bénéficièrent d'un lancement spécialement adapté à Internet. Chaque semaine, des portails de cinéma annonçaient des chiffres de records d'audience attirant les capitaux-

risqueurs, tandis que des films compressés circulaient semi-clandestinement sur Internet au grand dam des studios. Après MP3 et Napster, chacun s'attendait alors à voir très rapidement les images de cinéma couler, tout comme le son, à travers les réseaux à haut-débit (satellites, réseaux filaires, UMTS).

L'effondrement des valeurs Internet a fait apparaître l'ampleur des difficultés économiques associées à la numérisation des images et a remis en cause l'horizon très court de la dynamique réseaux-contenus engagée jusqu'alors. L'investissement s'est ralenti. En l'absence de signaux industriels forts, le sujet est devenu essentiellement technique et institutionnel. Des commissions, relayées par des colloques, ont engagé des études visant à comparer les avantages technico-économiques de chaque filière, notamment pour ce qui concerne la projection des films en salle. Ces études ont permis de comparer des filières techniques stabilisées, indiquant une possible tendance de long terme. Elles n'ont pas suffi cependant à établir les scénarios du passage d'une filière à une autre, car ceux-ci sont étroitement liés aux stratégies et aux investissements des acteurs industriels en présence.

Par ailleurs, de nombreux travaux ont décrit précisément les acteurs de l'industrie du cinéma ainsi que la nature de leurs relations contractuelles et commerciales. Depuis vingt-cinq ans, ces études ont examiné les effets entraînés sur l'économie traditionnelle des films (production, financement, distribution) par le développement de leur diffusion télévisée[1]. Adossées à la qualification du cinéma en tant que *bien culturel* – à valeur économique aléatoire mais politiquement stratégique – elles ont concouru à la mise en place du système français de soutien à la production cinématographique. Ce dispositif, structuré autour de la dualité cinéma/télévision ou de la notion équivalente d'*audiovisuel*, sert de référentiel à la réflexion économique traditionnelle sur le cinéma.

C'est dans ce référentiel que sont aujourd'hui analysés la plupart des évènements techniques ou économiques affectant l'industrie du cinéma : émergence des multiplexes, crise de la distribution, introduction de la carte forfaitaire, projection numérique, domination américaine, uniformisation des contenus…

[1] En France, les travaux de René Bonnell mettent en évidence le passage de l'économie du bien culturel conçu pour la salle à la dualité « cinéma/télévision ». Les éditions successives du « Cinéma Exploité » et de la « Vingt-cinquième image » témoignent de l'évolution de la pensée économique du secteur.

ENCADRE 1 : BREVE CHRONOLOGIE DU CINEMA NUMERIQUE

1977 Les succès de la *Guerre des Etoiles* de Lucas et de *Rencontres du Troisième Type* de Spielberg annoncent l'importance croissante à venir des effets spéciaux dans les films.
1978 Le premier lecteur de CD vidéo est commercialisé par Philips.
1990 Les systèmes informatiques de montage, d'effets spéciaux et d'étalonnage se généralisent rapidement dans la post-production (Cinéon, Avid, Télécinéma). Même chose pour l'enregistrement et le traitement du son autour de normes numériques.
1992 Première démonstration publique de projection numérique (Pacific Bell et Sony projettent le film *Bugsy* au Convention Center d'Anaheim). Enorme couverture médiatique.
1994 Lancement de DirecTV qui diffuse en numérique des programmes de télévision et des films vers les antennes de réception individuelle.
1998 Le DVD devient un objet de consommation de masse.
1999 Multiplication des expérimentations. 19 Juin, la première de *Star Wars Episode I* est diffusée en numérique dans quatre cinémas américains. A cette occasion, Lucas annonce que l'épisode II sera diffusé dans 300 sites numériques et prévoit une sortie exclusivement numérique de l'épisode III en 2005.
2000 Expansion internationale : en février, 6 cinémas s'équipent de projecteurs numériques en dehors des Etats-Unis (Londres, Manchester, Bruxelles, Paris, Tokyo). En juin, un essai de diffusion numérique du film *Titan AE* par fibre optique vers un réseau de salles de cinéma est réussi en coopération par Fox, Qwest, Cisco, Texas Instrument et Barco.
2001 Mars, création d'une alliance entre Technicolor et Qualcomm pour commercialiser des systèmes de projection numérique. Octobre, démonstration de diffusion numérique par satellite au cinéma Aquaboulevard réalisée par France Telecom/TDF, Gaumont et Eclair. Décembre, *Ocean 11* est diffusé en avant-première dans 19 salles équipées du Technicolor Digital Cinemas. La certification THX des cinémas se développe partout dans le monde.
2002 On compte désormais 40 sites de cinéma numérique dans le monde. Depuis juin 1999, une trentaine de films ont été distribués sous format numérique (parmis lequels *Toy Story, Dinosaur, The Perfect Storm, Spy Kids, Final Fantasy, Shrek)* pour quatre millions de spectateurs. Avril, les sept grands studios américains (Disney, 20th Century Fox, Metro-Goldwyn-Mayer, Paramount Pictures, Sony Pictures Entertainment, Universal Studios, Warner Bros) annoncent la création d'une *joint venture* destinée à définir des standards techniques compatibles de projection numérique. 16 Mai, *Star Wars : Episode II – Attack of the Clones*, présenté par Lucas comme le premier film produit de bout en bout en numérique, est diffusé dans 94 salles de cinéma numérique dans le monde.

UNE APPROCHE ECONOMIQUE : METHODE ET CONCEPTS

Notre réflexion s'appuie sur l'hypothèse que la numérisation – autrement dit le codage, le traitement et la transmission binaire des informations – est une mutation économique profonde. Bien que son processus soit lent et qu'elle affecte simultanément de nombreuses étapes de la filière traditionnelle, elle conduit à reformuler un certain nombre de concepts économiques structurant les analyses antérieures.

Du point de vue de l'économie, la numérisation transforme radicalement la notion d'information. Sans entrer dans le détail, on peut dire que jusqu'à la numérisation, l'économie avait à l'information, un rapport purement utilitaire : on savait qu'il y en avait, qu'elle était inégalement distribuée, qu'elle coûtait cher à rassembler, et tout cela permettait d'expliquer des choses aussi fondamentales que les marges commerciales, le fonctionnement des marchés ou l'existence des entreprises. La numérisation va conduire à l'énoncé d'une définition formelle : **l'information est ce qui est codable en séquence de bits[2].** Et qui, par cette opération, devient agrégable, calculable, stockable, reproductible, transmissible, présentable sous forme électronique. Cette définition est beaucoup plus radicale qu'il n'y paraît car elle renvoie dans la même catégorie, un tuyau de bourse et un film de Cecil B. De Mille, obligeant l'économiste à se demander ce qui rapproche et ce qui sépare ces deux objets. Ce qui les rapproche, ce sont des caractéristiques générales liées à la reproductibilité de l'information. C'est aussi la possibilité de créer de l'utilité pour un consommateur éventuel et donc, de l'argent pour celui qui la produit et la vend. Ce qui les sépare, ce sont les moyens de produire l'information, la nature de son utilité, de sa valeur pour celui qui l'achète, et les façons de rémunérer tous ceux qui la produisent et la vendent.

Pour le cinéma, la conséquence directe de cette définition est que, dès lors qu'ils sont techniquement numérisables, les films sont des biens informationnels. Ils en ont les caractéristiques générales, à savoir :

- ils coûtent beaucoup plus cher à produire qu'à reproduire,
- une fois que le prototype est fait, les dépenses engagées ne peuvent être remboursées autrement que par l'exploitation (coûts échoués),
- les copies peuvent être produites à coût quasi-constant,
- il n'y a pas de limites physiques au nombre des copies.

Ils sont, pour ces raisons, assujettis à des droits de propriété spécifiques, issus historiquement du domaine de l'édition (droit d'auteur, copyright).

Mais par ailleurs, les biens informationnels recèlent – plus encore que les autres biens – une utilité différente selon chaque consommateur, laquelle est

[2] Shapiro et Varian [1999], page 3

difficile à évaluer et à identifier. Ce point est critique car l'utilité conditionne le consentement-à-payer de chaque consommateur et par conséquent, la valeur totale du produit sur un marché consolidé. Les économistes distinguent pour ces produits, trois systèmes de fixation de prix[3] :

- un prix individualisé, (chaque consommateur paye un prix différent),
- le *versionnage :* différentes versions (dans le temps et en qualité) du bien sont proposées au consommateur en sorte que chaque catégorie d'utilisateur rencontre une offre correspondant à son consentement-à-payer,
- des prix fixés par groupes de consommateurs (type réduction étudiants).

Le premier système est idéal, car il suppose qu'on puisse extraire tout le consentement-à-payer de chaque consommateur. En réalité, la discrimination, autrement dit, l'évaluation individuelle de ce consentement, coûte très cher. Le problème est donc de s'approcher le plus possible de ce cas idéal, compte tenu des coûts de discrimination. Le système du *versionnage* permet une approche graduelle. Celle-ci va dépendre du coût respectif (industriel et réglementaire) de mise en marché de chaque version. Le troisième système est le moins cher à mettre en place. Dans la conception courante du bien culturel, on s'arrête à ce type de discrimination en posant que, pour le reste, l'utilité d'un film est aléatoire. Ce que change profondément la numérisation – qui, pour le cinéma, commence avec la télévision – c'est le spectre des possibilités de *versionnage* et l'économie de la mise en marché des versions.

En effet, le cinéma se distingue des autres biens informationnels par l'exceptionnelle densité des informations contenues dans un film : une douzaine de terabits (douze mille milliards de bits) pour un film long-métrage en 35 mm, soit l'équivalent d'un million de séquences musicales MP3 ou de l'ensemble de la Bibliothèque du Congrès. Difficile de dire s'il existe un lien entre cette densité et la puissance émotionnelle du cinéma, mais ce qui est sûr, c'est que le film de cinéma présente au spectateur, dans un temps limité, plus d'informations qu'aucun autre support matériel connu.

Cette densité est un élément critique de l'exploitation *versionnée* des films. Elle a d'abord conduit au développement d'infrastructures spécialisées de projection des films. Dans cette phase, c'est le décalage temporaire – l'exclusivité – qui assurait aux salles les plus vastes et les mieux situées la clientèle des spectateurs impatients. Le *versionnage* ne touchait alors que la dimension temporelle. Avec la télévision, première innovation numérique, sont apparues de nouvelles versions, fondées, cette fois, sur les possibilités de télédiffusion d'une version allégée des images. D'autres versions sont

[3] Classification proposée par Varian et Shapiro [1999] en s'inspirant des travaux des années 20 de l'un des pionniers de la tarification, le Professeur A. Pigou.

ensuite apparues avec la VHS, le DVD et les produits dérivés que sont les séries TV ou les jeux vidéo. Néanmoins, la version de haute-qualité (35 mm) continue d'indexer la valeur du bien car, première sur le marché, c'est elle qui bénéficie de l'exclusivité temporelle créant la réputation, l'effet de référence et la publicité. La façon dont cette version se différencie des autres formes d'exploitation affecte l'ensemble de la filière. Une des curiosités de l'industrie du cinéma est que la numérisation fait apparaître de nouvelles versions des films, de nouveaux marchés (TV, vidéo, son numérique, DVD, *home cinema*, jeux vidéos…) et de nouvelles formes de concurrence, face auxquelles la version « cinématographique » du film, la plus dense, la plus riche en informations, doit en permanence trouver à se différencier.

Dans cette perspective, la diffusion télévisée, ce que René Bonnell a appelé la 25ème image, cesse d'apparaître comme la forme alternative et complémentaire de l'exploitation des films. Elle est en fait, la première étape historique d'un processus de *versionnage* numérique du cinéma qui s'étend désormais à d'autres supports et d'autres réseaux. La télévision est prise à son tour dans cette dynamique de différenciation visant à créer de nouvelles utilités pour le spectateur. Face à la concurrence d'autres supports fondés sur l'élévation de la qualité, il est probable que son rôle dans l'exploitation, la diffusion et le financement du cinéma évolue sensiblement.

LE DEBAT SUR LA PROJECTION NUMERIQUE

Le maillon critique de la numérisation totale du film de cinéma est la distribution du film en salle. La disparition des copies argentiques aurait sur l'ensemble de la chaîne amont, un effet analogue à celui de l'apparition du CD dans la musique, à savoir une extension rapide de la numérisation du traitement, puis, progressivement, de la capture de l'image. Or, en 1999, la généralisation de la projection numérique dans les salles de cinéma était vue comme imminente et irrésistible (Encadré 1). Ses avantages étaient nombreux et devaient bénéficier à l'ensemble de la filière :

- pour le réalisateur simplicité d'usage, stockage garanti de l'œuvre sans altération,
- pour le distributeur, quasi-disparition des frais de tirage et d'acheminement des copies,
- pour l'exploitant, flexibilité de programmation, possibilité d'offrir des spectacles alternatifs,
- pour le consommateur enfin, « une nouvelle expérience et une meilleure qualité de projection ». C'est, en tout cas, ce que déclaraient, à chaud, les spectateurs de Star Wars en 1999.

ScreenDigest [von Sychowski, 2000] se livrait ainsi une rapide évaluation des économies engendrées. En prenant un coût moyen de 1 000 dollars par

copie argentique, un tirage à 3100 copies pour le marché américain, et 461 films sortis en 1999, on obtient un total de 1,4 milliards de dollars dépensés annuellement pour l'édition des films sur le territoire américain, et donc, économisables par la projection numérique. Sachant que les films américains réalisent une bonne part de leur audience à l'étranger, d'où des coûts d'impression et de transport supplémentaires, certains ont avancé une économie totale deux à trois fois plus élevée. Booz Allen Hamilton [2002] et Kodak ont publié, quant à eux, des chiffres annuels de l'ordre du milliard de dollars.

En gros, la projection numérique devrait permettre à l'industrie américaine d'économiser entre 1 et 2 milliards de dollars par an. Vu le pragmatisme des Américains, pourquoi ne s'impose-t-elle pas rapidement ?

L'obstacle communément soulevé est le dilemme de l'investissement. Pour schématiser : ceux qui économisent le plus sont ceux qui dépensent le moins et vice-versa. Ce point de vue comptable met en balance des réductions de coûts et des investissements correspondants à l'introduction de projecteurs numériques. Comme on va le voir, le problème est à la fois plus vaste et plus compliqué. Il impose de prendre en compte la dimension dynamique du phénomène, ses effets sur le marché, la demande, la concurrence, les relations contractuelles verticales existantes. D'autant qu'en premier lieu, il faut apporter une réponse convaincante à la question simple : pourquoi changer ce qui marche très bien ?

Le film de 35 mm a été mis au point par Eastman et Edison en 1889, et utilisé par le cinématographe des frères Lumière en 1895 lors de la première séance publique. Le 2 février 1909, Méliès fait adopter au congrès international de la Société de Photographie qu'il préside à Paris, la standardisation de la largeur des pellicules, la forme et le nombre des perforations par image, ainsi que le pas de leur écartement. La pellicule argentique perforée de format 35 mm va devenir l'un des rares, sinon l'unique, standard technique mondial à avoir traversé sans modification le XXème siècle, et ce, malgré l'apparition de divers nouveaux formats[4]. Sa robustesse, sa simplicité de fonctionnement, ses faibles coûts de maintenance expliquent cette exceptionnelle longévité.

En second lieu, les coûts du passage au numérique font l'objet d'estimations divergentes. Selon Booz Allen Hamilton [2002], le coût d'un projecteur seul est d'environ 120 000 dollars, mais il faut y ajouter le coût des serveurs informatiques, des liens télécoms, les modifications dans l'aménagement, ainsi que l'amélioration du réseau son. L'équipement d'une salle s'élève donc plus vraisemblablement à 150 000 voire 200 000 dollars. L'équipement des 36 000 écrans américains représente donc un

[4] 8 mm en 1932 (utilisé dans les cassettes vidéo et caméra actuelle), 9.5mm (1922), 16 mm (1923), ainsi que le 70 mm (1955).

investissement total de 5 à 7 milliards de dollars. Malgré les économies d'échelle résultant de la production en série des projecteurs, il est peu vraisemblable que ce montant puisse être inférieur à 3-5 milliards de dollars.

En effet, l'adaptation à un schéma de diffusion entièrement nouveau engendre des coûts additionnels qui renchérissent la facture finale. Des systèmes de stockage – serveurs de très grande capacité hébergeant les versions décompressées des films projetés au cours de la semaine – sont nécessaires, quel que soit le moyen de transport et de distribution des fichiers vers les salles (DVD, satellite, fibre optique). La formation du personnel à ces nouveaux équipements ainsi que les dépenses de maintenance sont une autre source de coûts. Enfin, l'ensemble du dispositif à l'intérieur du cinéma doit être protégé. Le format électronique des films, sa compacité, sa transmission à distance font redoubler les craintes de piratage. Le maximum de garanties doit être apporté aux studios, très sensibles au piratage des films, notamment sur Internet, avant leur sortie officielle. La sécurisation de la transmission et du stockage numérique des films exige des dépenses additionnelles importantes.

Enfin, la qualité technique reste l'objet de controverses entre les parties en présence, ce qui constitue une différence fondamentale avec le précédent du son. L'absence de vibrations (provoquées par le mécanisme d'entraînement de la pellicule sur le projecteur traditionnel) et de déformation de l'image en bordure d'écran sont deux gains reconnus de la projection numérique. Mais la résolution, les profondeurs de couleurs et, en particulier, la difficulté à rendre de véritables noirs, font que beaucoup considèrent la pellicule argentique comme nettement supérieure[5]. Ces défauts s'estomperont avec le temps, mais au prix de nouveaux développements et d'efforts coûteux de R&D. La solution viendra des cellules-composants du projecteur offrant une meilleure résolution et de systèmes plus sophistiqués de gestion dynamique de l'image. Le point central, pour nous, est que le gain de qualité de la projection numérique n'est pas évident, incontestable, et donc valorisable en termes économiques par des prix plus élevés.

Dès lors, l'un des paradoxes de l'industrie du cinéma est que le *versionnage* s'appuie largement sur la numérisation alors même qu'un élément différenciant de la version haute-qualité est d'être encore analogique. Or, c'est dans ce contexte qu'intervient le débat sur la projection numérique dont la généralisation induirait la numérisation de toute la chaîne de fabrication et de distribution des films.

---

[5] Selon Kodak [2000], « *It's promising ... but... resolution, tone scale, colour still fall short* ». Et donc « *Digital projection valu : currently offers no real consumer advantage, other than ongoing cleanliness and consistency. Must improve to deliver quality differentiation.* ».

Depuis l'année 2000, ce débat a suscité nombre d'annonces de la part des studios de Hollywood et des fabricants d'équipement. En mai 2002, alors que le déploiement des projecteurs numériques rencontrait l'hostilité des exploitants et semblait marquer le pas, la Commission Européenne a pris nettement position en sa faveur. La Commissaire responsable de l'éducation et de la culture, Viviane Reding, a rappelé au Festival de Cannes, la volonté de la Commission Européenne « d'inciter le secteur à adopter de nouvelles technologies en vue d'accroître son efficacité, d'améliorer la qualité de ses contenus et de réaliser de plus grandes économies ».[6]

Ce débat est illustratif des malentendus engendrés par la double dimension technique et économique de la numérisation. En effet, pour des raisons techniques évidentes (taille des fichiers, commodité de stockage et de transmission), la numérisation des images s'accommode bien mieux des versions basse-qualité que de la haute-définition. Aussi, dans l'industrie du cinéma, les technologies numériques ne s'imposent pas d'emblée sur l'ensemble de la chaîne, mais s'insèrent progressivement dans trois types de situations :

- en permettant la diffusion du film en version de qualité inférieure à la version cinéma autour de nouvelles offres commerciales (vidéo, *streaming*, DVD, *home cinema*),
- en facilitant (moindre coût, flexibilité, nouvelles possibilités techniques) des tâches de production (tournage en vidéo directe) et de post-production sur copie numérisée en basse-définition (montage),
- en apportant un supplément de qualité à la version haute-définition du cinéma (son numérique, réglage et contrôle de la prise de vue argentique, mixage, trucages, étalonnage).

À cela s'ajoute bien évidemment, mais de façon parallèle, la fabrication en studio de films réalisés à partir d'images entièrement numériques, intégrant de manière secondaire des éléments filmés. Cette activité est encore relativement autonome et se déploie très rapidement (doublement en cinq ans) dans des structures industrielles spécifiques.

La numérisation pénètre donc graduellement dans un certain nombre de phases techniques de la filière. Le cœur du débat aujourd'hui est de savoir sous quelles conditions, avec quels investissements, consentis par quels acteurs et pour quels objectifs, la chaîne du cinéma pourrait achever sa numérisation. Le maillon-clé de cette chaîne se trouve, on l'a dit, dans la

---

[6] In communiqué de presse SPEECH/02/227 du 24 mai 2002, « Les enjeux du cinéma numérique en Europe », discours de Viviane Reding en ouverture de la réunion de l'EDCF (*European Digital Cinema Forum*). Cette position coïncide avec le lancement en avril 2002, d'un appel d'offres de projets pilotes sur l'utilisation des technologies numériques dans le cinéma, financé par le programme européen MEDIA.

mise en marché du film en version haute-définition, autrement dit, dans la projection numérique en salle des films actuellement distribués sur support celluloïd 35 mm. En effet, si le produit livré aux distributeurs abandonne le support argentique, il est clair que des incitations se propageront dans la chaîne amont pour numériser le film en haute-définition dès la fin du montage.

Or, face à la concurrence des versions *broadcast* (télévision, VHS, DVD), le secteur de l'exploitation a investi, au cours des dix dernières années, des montants considérables pour différencier son offre. Une plus grande *utilité* de la consommation de « cinéma » a été proposée au public par l'élévation combinée de la qualité technique des projections, du confort du spectateur (accès, accueil et salles de cinéma), ainsi que par l'élargissement de l'offre (programmation) et des innovations tarifaires (carte forfaitaire). Ces investissements ont contribué à ramener le public au cinéma et à conforter le modèle traditionnel de valorisation des films par la salle. Néanmoins, ces investissements qui ne sont pas encore entièrement amortis bouleversent l'organisation industrielle du secteur, et notamment, les rapports traditionnels entre distributeurs (gestionnaires des droits, mais aussi du *versionnage*) et exploitants de salles (contrôlant l'accès des films en qualité 35 mm aux marchés locaux). C'est dans ce contexte, encore mal stabilisé et soumis à de fortes disparités régionales, qu'intervient le débat sur la numérisation de la diffusion des films en salle.

Nous verrons également, qu'au-delà du cas particulier du cinéma, l'opposition entre infrastructure locale de distribution et gestion mondiale des produits *versionnés* est emblématique des enjeux de politique industrielle dans les industries de contenus.

PLAN DU LIVRE

Le matériau empirique de ce livre a été rassemblé lors d'enquêtes réalisées en France, en Belgique et en Angleterre au cours du premier trimestre 2002 par un groupe d'étudiants de l'Ecole des Mines de Paris accompagné des deux auteurs. Les entretiens avec les acteurs de la filière (tournage, post-production, distribution, exploitation) ont mis en évidence les différentes logiques d'investissement dans les technologies numériques, et pointé les possibles conflits résultant de la structure actuelle de l'exploitation des salles de cinéma.

Pour disposer et interpréter ces observations, nous partons de l'hypothèse que la principale caractéristique économique d'un film est sa dimension informationnelle. Cette approche autorise une lecture renouvelée des dynamiques industrielles récentes de la filière du cinéma, autour des mécanismes économiques de production et de valorisation des films liés au *versionnage*. Elle permet de s'affranchir de la vision technique et financière du débat sur la projection numérique : « l'exploitant investit, le distributeur fait des économies ». On proposera de la reformuler comme un conflit plus

fondamental entre différentes stratégies de différenciation suscitées par le *versionnage* des films. Cette caractérisation permet une discussion inédite des enjeux économiques de la projection numérique, des solutions industrielles imaginables, ainsi que des implications pour les politiques publiques de l'audiovisuel, à l'échelle nationale et européenne. Ce livre présente le raisonnement, les observations empiriques, et les résultats de cette réflexion.

Il se compose de six chapitres. Après ce premier chapitre d'introduction, le deuxième présente les principaux acteurs de l'industrie du cinéma en fonction de leur maîtrise des droits et des versions, puis, met en perspective les évolutions récentes des modes de diffusion et de financement des films *versionnés*. Le troisième chapitre examine la place des technologies numériques dans l'ensemble de la filière du cinéma et les conditions micro-économiques de leur extension. Le quatrième chapitre analyse, dans le cadre du *versionnage*, l'évolution de la structure industrielle de l'exploitation en salles et les stratégies de différenciation des principaux réseaux. L'originalité de cette approche est qu'elle fait apparaître le déploiement des multiplexes comme un effet parallèle de la numérisation. Le cinquième chapitre se focalise sur la projection numérique qui concentre l'ensemble des enjeux et mécanismes économiques à l'œuvre dans la numérisation du cinéma. La conclusion montre que les conséquences de la numérisation de l'industrie du cinéma, lisibles à travers le débat sur la projection numérique, sont de la faire émerger en tant qu'industrie de *contenus*. Elle en examine les implications pour les acteurs industriels et les politiques publiques dans ce domaine.

Une annexe technique rassemble les principaux éléments sur les standards numériques en vigueur dans l'industrie du cinéma.

CHAPITRE 2. L'ORGANISATION INDUSTRIELLE DU CINEMA

UNE INDUSTRIE DE PROTOTYPES *VERSIONNABLES*

L'industrie du cinéma est structurée autour des droits de propriété des films et de leur exploitation sur différents territoires. Compte tenu de la diversité des formes et des zones d'exploitation des différentes versions, son périmètre est difficile à définir. Pour fixer les idées, on peut dire qu'en 2000, l'exploitation en salle aux Etats-Unis représentait 7,7 milliards de dollars soit environ 8 fois plus qu'en France. La même année, les dépenses américaines de VHS et DVD représentaient 20 milliards de dollars [Bonnell, 2001], soit 20 fois plus qu'en France. A cela s'ajoutent l'ensemble des recettes engendrées par les télévisions gratuites et payantes. Le chiffre d'affaires global de l'industrie est en progression constante et dépasse vraisemblablement 50 milliards de dollars. De façon similaire à l'industrie minière, l'industrie du cinéma opère par projets autonomes justiciables de financements spécifiques. Son organisation fait intervenir les acteurs suivants :

- Les producteurs ont vocation à syndiquer les droits, les financements et les savoir-faire pour mener à bonne fin la fabrication des films. Les droits concernent, d'une part, l'ensemble des créations propres à la réalisation du film – scénario (éventuellement adapté d'une œuvre), musique, interprétation, réalisation – et, d'autre part, les droits d'exploitation des différentes versions issues du film. Pour les phases amont d'un projet (scénario), l'acquisition des droits d'auteur se fait généralement sur fonds propres. La fabrication du film (préparation, tournage, post-production), menée sous la responsabilité d'un *producteur exécutif*, donne lieu à un montage financier adossé aux recettes d'exploitation. Ce montage est conduit par les *producteurs délégués* qui donnent aux financiers une garantie de bonne fin. Les producteurs, co-producteurs et auteurs constituent les ayants droits du film. Chaque film étant un prototype, il existe peu d'économies d'échelle dans la production. Pour mémoire, les investissements annuels dans la production de films agréés par le CNC en France évoluent entre 1997 et 2000 autour de 800 millions d'euros pour environ 150 films par an.
- Les distributeurs vendent, pour le compte des ayants droits, les droits d'exploitation du film sur différents territoires. Ils financent les frais d'édition (copies) et de publicité (*prints and ads*). Ils se rémunèrent en commission sur les ventes. Ce sont, par essence, des acteurs

internationaux. Les territoires sont définis par des zones géographiques, des habitudes culturelles (langages) et des réglementations. Les distributeurs gèrent en général les versions cinéma et télévision et, parfois, les éditions vidéo. La distribution largement intégrée dans la production est le cœur du métier des majors américaines. Elle représente aux Etats-Unis en moyenne 30 % du coût du film et contribue largement à son financement. Sa structure est très différente en Europe. Nous y reviendrons dans la suite.

- Les exploitants commercialisent la version cinéma du film dans des infrastructures dont ils sont propriétaires. Ce sont des acteurs locaux qui offrent au distributeur la desserte d'une zone de chalandise. Ils ont en général la première exclusivité du film (première mise en marché) qu'ils louent au distributeur selon des modalités variant d'un territoire à l'autre. Une réglementation « de la location des films » de 1936, amendée en 1948 fixe le cadre contractuel et commercial de cette transaction, qui reste cependant peu formalisée, voire limitée à un simple accord oral. Le taux de location se monte à 46 % de la recette nette guichet en France en 2000, dans le haut de la fourchette des pays européens (25 % - 50 %). Le regroupement des salles en réseaux peut renforcer le pouvoir de négociation de l'exploitant face au distributeur. Pour mémoire, les recettes annuelles au guichet en France représentent en moyenne sur les années 1998-2001 un peu moins d'un milliard d'euros (source CNC).
- Les diffuseurs sont les chaînes de télévision gratuites et payantes exploitant par télédiffusion sur un territoire donné les versions vidéo des films.
- Les éditeurs sont en charge de la fabrication et de la vente en gros des versions VHS, DVD et, le cas échéant, de la bande originale du film. Ces versions sont vendues au client final par des enseignes locales spécialisées. Les ventes françaises des éditeurs avoisinent 750 millions d'euros en 2001, les ventes de détail sont autour d'1,3 milliard d'euros.
- Enfin, le financement de la production est adossé aux recettes d'exploitation des différentes versions sur les différents territoires. En 2001, un montage standard [CNC, 2002, p. 11] réunit des apports de production nantis par des parts de négatif (45 % en moyenne), des pré-achats de diffuseurs, de distributeurs et d'éditeurs (exclusivité d'une version sur un territoire, environ 40 %), des financements bancaires (garantis par des recettes spécifiées, environ 3 %), et des aides publiques automatiques et sélectives (aide au scénario, fonds de soutien, avance sur recettes, etc., 12 % environ). Les financements qui s'adossent sur la livraison du produit après fabrication sont relayés par des banques spécialisées acceptant la garantie de bonne fin du producteur délégué.

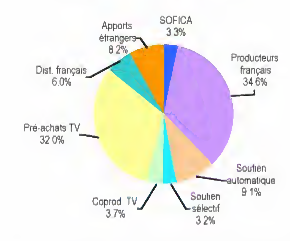


Figure 1 : Structure du financement des films d'initiative française (France, 2001).

Source : CNC [2002].

La numérisation qui conditionne les formes d'exploitation des différentes versions rejaillit fatalement sur le financement des films. Ainsi, le développement de la télévision – première étape de la numérisation en basse-définition – a modifié les parts relatives de la salle et du résidentiel dans l'exploitation des films et entraîné, par le biais des réglementations du secteur audiovisuel, une transformation profonde du financement de l'industrie. En France, l'irruption de la télévision payante a constitué, dans ce processus, une étape critique du *versionnage* et de la tarification des versions. En octroyant une exclusivité temporelle de diffusion des films à un canal hertzien payant (Canal +), le réglementeur a structuré un nouveau marché (celui des abonnés) capable de financer les films. Les recettes télévisuelles ont été multipliées par 22 entre 1982 et 2000, 80 % de cet accroissement étant intervenu entre 1982 et 1991[7]. La télévision représente en moyenne 60 % des recettes d'exploitation des films et finance aujourd'hui près de 55 % du financement externe, i.e. hors apport producteur, du cinéma français. Son apport sous forme de pré-achat des chaînes cryptées a fortement augmenté au cours des années 1990.

[7] CNC [2002]

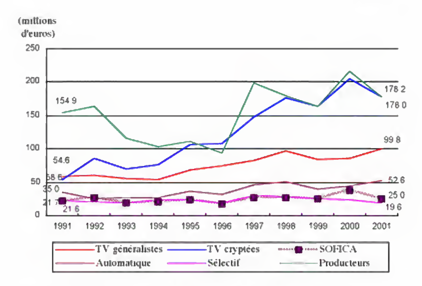


Figure 2 : Evolution du financement des films d'initiative française

Source : CNC [2002].

Néanmoins, on va le voir, la concurrence liée à la diffusion numérique des chaînes par satellite et l'évolution des parts relatives de la salle, de la télévision et de l'édition (DVD), liées à l'utilité pour le consommateur des différentes versions et à l'adaptation (intégration, internationalisation) des acteurs industriels correspondants, contribuent à modifier les sources de revenus et par là, les moyens de financement de l'industrie. Ce phénomène est puissant. Une baisse des revenus des films à la télévision affectant le montant des pré-achats a pour effet mécanique de réduire, toutes choses égales par ailleurs, la part des droits revenant aux producteurs initiaux et d'altérer la chaîne des incitations au développement des projets.

CROISSANCE DU MARCHE ET *VERSIONNAGE*

RETROSPECTIVE SUR 50 ANS

Sur le plan du *versionnage*, le fait marquant de l'industrie du cinéma est l'évolution de la fréquentation des salles au cours des 50 dernières années. En France, cette fréquentation passe d'environ 400 millions de spectateurs par an au début des années 1960 à 200 millions dans les années 1970. La tendance s'accentue dans les années 1980 pour tomber à 117 millions en 1991 et remonter progressivement jusqu'à 185 millions en 2001.

Cette tendance est à rapprocher de l'évolution des dépenses des ménages consacrées à l'audiovisuel et de l'évolution des prix du cinéma en salle.

TABLEAU 1 : EVOLUTION DES DEPENSES DES MENAGES CONSACREES A L'AUDIOVISUEL ET FREQUENTATION DES SALLES DE CINEMA

	1950	1960	1970	1980	1990	2000
Dépenses des ménages consacrées à l'audiovisuel (%)						
Cinéma	100	66,5	46,3	41,6	19,3	13,1
DVD et vidéo (hors location)	-	-	-	0,3	13,9	22,2
Télévision	-	33,5	53,7	58,1	66,8	64,7
Fréquentation des salles de cinéma (en millions de spectateurs)						
	416	426	230	205	130	166

Sources : Malègue [2002], CNC [2002].

Sur la période 1960-2000, les dépenses *loisirs-culture* augmentent en moyenne de 4,5 % en volume (troisième hausse après les communications et la santé, mais pour une fraction respectivement 4 et 2,5 fois plus élevée de la dépense de consommation des ménages). La part du cinéma dans les activités récréatives, culturelles et sportives, passe de 12,4 % en 1960 à 2,7 % en 2000. Elle ne représente plus que 13 % des dépenses audiovisuelles des ménages contre 66 % en 1960.

Ce phénomène traduit un report régulier de la consommation du cinéma en salle vers celles de versions télédiffusées, puis VHS et DVD des films. Il est encore amplifié par des mécanismes de prix par lesquels le tarif du film en salle augmente de manière inversement proportionnelle à la fréquentation.

En effet, le prix des places de cinéma a augmenté en moyenne de 7 % par an entre 1960 et 2000 (contre 3,8 % pour les dépenses liées à la télévision et 5,4 % pour l'ensemble des dépenses des ménages). Il faut cependant distinguer quatre périodes :

- Les années 1960, pendant lesquelles le prix d'entrée connaît une forte hausse (8 % par an en moyenne) deux fois supérieure à l'inflation. Entre 1960 et 1970, le prix d'une place de cinéma fait plus que doubler alors que l'ensemble des prix à la consommation augmente de 52 % [Malègue, 2002], que les prélèvements fiscaux sur la recette tombent de 22,2 % à 14,5 %, et qu'en moyenne, les coûts de production des films restent stables [Bonnell, 2001]. C'est la période où surgissent les dépenses d'équipement en télévision. Pourtant, la dépense cinéma des ménages continue d'augmenter (3 % en moyenne). La hausse des tarifs combinée à la baisse des taxes fait mieux que compenser la chute brutale de la fréquentation (350 à 184 millions), ce qui permet aux exploitants de désinvestir sans pour autant s'appauvrir. La différenciation joue autant sur la qualité (la télévision est en noir et blanc et diffuse des films anciens) que sur l'exclusivité de la salle pour la projection des nouveaux films.
- Des années 1970 jusqu'au milieu des années 1980, dans un contexte

d'inflation élevée, le prix de la place de cinéma continue d'augmenter fortement (un ou deux points au-dessus de l'inflation). Parallèlement, le coût des films explose : il triple en monnaie constante entre 1975 et 1988. Face à la concurrence de la télévision, les exploitants multiplient leur offre de films en restructurant les grandes salles de centre ville en salles de plus petite taille. La salle parvient à maintenir sa fréquentation en se différenciant par la programmation.

- De 1985 à 1994, l'inflation est contenue et se stabilise en dessous de 4 % par an. Mais la hausse du prix de l'entrée de cinéma se poursuit à un rythme qui dépasse de deux points celui de l'inflation, malgré un taux de TVA ramené à 7 % en 1979, puis à 5,5 % en 1990 [Bonnell, 2001]. Cependant, la multiplication des films accessibles en version vidéo (VHS, doublement des chaînes hertziennes, chaînes payantes) abolit la différenciation de la salle fondée sur la programmation. La fréquentation des salles atteint son plus bas niveau historique.
- A partir de 1995, les ouvertures de multiplexes intensifient une compétition en prix, laquelle se traduit par un ré-alignement du tarif de l'entrée sur l'inflation, c'est-à-dire une hausse modérée. Ce phénomène, combiné au relèvement de la qualité de la projection et à la hausse continue du budget des films, s'accompagne d'une reprise sensible de la fréquentation. L'avènement des multiplexes – l'investissement massif dans l'exploitation en salle et l'industrialisation des réseaux d'exploitants – et l'émergence du DVD sont les faits marquants de cette période.

EVOLUTIONS RECENTES : LA DECENNIE 1990

Entre 1990 et 1998, les prix des services *loisirs-spectacles-culture* croissent de 28 % – deux fois plus que l'inflation –, soit la même progression que l'ensemble des services privés (coiffeurs, restaurants, réparations automobiles, sport, cinéma…). Cependant, l'indice de prix du cinéma n'augmente que de 19 %, soit un taux annuel de 2 % dépassant légèrement l'inflation. Cette tendance est à rapprocher de l'évolution du parc des multiplexes et de la concurrence locale que ceux-ci introduisent.

TABLEAU 2 : OUVERTURE DE MULTIPLEXES EN FRANCE

1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2	2	7	11	12	11	20	19	14

Source : Le film français.

En 2000, la dépense totale des ménages augmente en volume de 2,5 %, et les dépenses *loisirs-culture* de 6,4 % – deuxième plus forte hausse après les communications – contre 3,1 % en moyenne sur la décennie. Pour le cinéma, **l'année 2000 marque un tournant** : les ventes de DVD sont multipliées par 2,7, on ouvre encore une vingtaine de mutiplexes, les cartes « illimitées » font leur apparition, la croissance des dépenses liées à la télévision chute à 3,8 % contre 10,1 % un an plus tôt. Cette tendance se renforce en 2001 avec un accroissement de 24 % du chiffre d'affaires de l'édition vidéo et la confirmation de la percée du DVD : celui-ci représente désormais 58 % du chiffre d'affaires du secteur contre 42 % pour la VHS[8].

ENCADRE 2 : LE HOME CINEMA

Ce qu'on appelle *home cinema* est une solution intégrée comprenant un lecteur DVD, un amplificateur audio vidéo ainsi qu'un ensemble de 5 enceintes satellites, associé à un caisson de basses[9]. La bande son des films sur DVD est numérisée selon deux principaux systèmes, Dolby Digital ou DTS. Pour bénéficier d'une parfaite restitution sonore de la sonorité, du timbre et des volumes de cet enregistrement numérique (par exemple les effets arrière stéréo, comme le passage d'un avion de la gauche vers la droite du spectateur), il faut utiliser un ampli audio vidéo, avec décodeurs Dolby Digital et DTS intégrés, qui transmettra les signaux correspondant à chaque enceinte.

Depuis 2000, c'est en effet la croissance impressionnante du marché du DVD qui structure et entraîne dans son sillage les autres équipements de ce qu'on appelle le *home cinema* : téléviseurs de grande taille et 16/9, vidéoprojecteurs, écrans numériques extra-plats (LCD, plasmas), récepteurs audio-vidéo, ampli-tuners, systèmes d'enceintes acoustiques. Ces achats témoignent du souhait des consommateurs d'augmenter le confort de vision

[8] Source : SEV (Syndicat de l'Edition Vidéo).

[9] Afin de restituer le plus exactement possible le son codé sur 6 canaux (on parle de système 5.1) : 2 pour la musique et les sons principaux (restitués par les enceintes avant), 1 pour les dialogues et les sons à l'image (enceinte centrale), 1 pour les sons très graves (caisson), 2 pour les effets sonores et l'ambiance (enceintes satellites arrières).

de la télévision et manifestent une préférence nouvelle pour la qualité, en rupture avec la décennie précédente qui avait plutôt vu la multiplication des postes dans les différentes pièces de la maison.

Par ailleurs, une autre raison de succès tient aux possibilités d'intégration, donc de simplification et de gain esthétique, des systèmes numériques : la spécialisation audio/vidéo des équipements s'efface avec les lecteurs DVD lisant les CD audio, les chaînes hi-fi ajoutant une fonction DVD vidéo, les amplis et les enceintes desservant à la fois la télévision et les lecteurs audio… La fonction lecture DVD devient ainsi une composante structurante des équipements numériques, commune à plus de 3 millions d'appareils commercialisés en 2001 [Simavelec, 2002]. Enfin, le dynamisme des ventes de lecteurs DVD a été stimulé par la combinaison favorable d'une offre abondante (5000 titres DVD disponibles) et diversifiée (films récents enrichis de bonus, films anciens dans des versions numériques restaurées, séries…) de contenus, et une baisse rapide des prix (-20 % en 2001) permise par la croissance du marché et les gains de productivité des industriels.

TABLEAU 3 : LE BOOM DES SYSTEMES *HOME CINEMA*

	Ventes par produits (en milliers)		Croissance
	2000	2001	2001
Lecteurs DVD	830	1 660	100 %
Téléviseurs 16/9	570	620	10 %
Rétroprojecteurs	30	50	70 %
Kits ampli-tuner	270	340	26 %

Source : Simavelec [2002], annexe n° 7.

Le développement très rapide de l'équipement des foyers en ensembles *home cinema*, s'il n'est pas encore quantifié de façon rigoureuse, peut s'apprécier à travers les indices suivants.

- (i) la diffusion des lecteurs DVD dont les ventes sont passées en quatre ans de 80 000 à 1,7 million. Désormais le taux de pénétration de la fonction lecture DVD atteint 20 % des foyers (35 % estimés en 2002) et 2002 devrait voir les ventes de lecteurs DVD dépasser celles de magnétoscopes.
- (ii) des investissements croissants et de plus en plus lourds dans la fonction écran pour accéder à des performances, un confort et une qualité accrus :
  - grande taille (longtemps haut de gamme, le format 70 cm est désormais le principal segment de ventes ; les ventes de rétroprojecteurs, longtemps assimilés à une niche de luxe et désormais accessibles dans la grande distribution, ont doublé en 2000 et 2001 pour atteindre 50 000),

- format 16/9ème (20 % des écrans de télévisions vendus en 2001 et 37% en valeur)
- à affichage digital haute résolution (5000 écrans plasma et 3000 LCD commercialisés en 2001).

- (iii) l'achat d'équipements audio dédiés à la télévision. En témoigne la multiplication des ventes de kits ampli-tuners (de 130 000 à 340 000 entre 1997 et 2001. Les offres intégrées de systèmes d'enceintes *home cinema* se sont multipliées au cours de l'année 2001 dans des gammes de prix allant de 200 à 4000 €).

Derrière ces évolutions, c'est tout l'équilibre du financement et des revenus des films qui se trouve bouleversé, d'autant que le nombre de films et les coûts de production ne cessent d'augmenter au cours de la décennie.

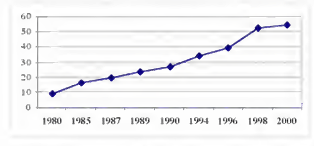


Figure 3 : Evolution du coût moyen des films des studios américains (en millions de dollars)

Source : MPAA.

TABLEAU 4 : EVOLUTION DU DEVIS DES FILMS D'INITIATIVE FRANÇAISE (1992-2001)

Devis (M€)	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Devis total	444	346	354	414	385	597	645	585	678	749
Devis moyen	3,94	3,43	3,98	4,28	3,70	4,78	4,36	3,90	4,68	4,36
Devis médian	2,90	2,67	2,74	3,16	2,64	2,84	2,67	2,71	3,19	2,42

Source : CNC [2002].

Définitions

Le devis moyen est égal à la moyenne des devis (devis total divisé par nombre de films). Le devis médian est le montant pour lequel 50 % des films ont un devis supérieur et 50 % des films un devis inférieur. L'écart entre le devis moyen et le devis médian donne une idée de la dispersion des films selon leur devis.

La principale conséquence est que la projection en salle ne joue plus désormais qu'un rôle secondaire dans la rentabilité des films. Entre 1997 et

La modélisation d'un système dynamique, l'analyse de ses points d'équilibre et l'étude de lois de commande stabilisantes et robustes constituent la démarche progressive de l'automaticien devant un problème de contrôle.

La première partie de cet ouvrage aborde les problèmes de modélisation en représentations d'état et entrée-sortie. On insistera sur la notion d'état d'un système (par exemple mécanique, thermique ou électrique...) et la description de son évolution par un nombre fini de grandeurs.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse de la stabilité du système au voisinage d'un point de fonctionnement, problème de base de l'ingénieur. Les auteurs y développent les outils classiques d'étude de la stabilité par approche Lyapunov et par linéarisation.

Enfin, la troisième partie décrit l'étape de synthèse de la commande linéaire, développée à la fois en temps continu et en temps discret, ainsi que dans ses aspects aléatoires. Les problèmes de la synthèse quadratique et du filtrage de Kalman sont aussi présentés, ainsi que les techniques de représentation polynomiale permettant de rejeter des perturbations sur le système, sans augmenter la complexité de la loi de commande.

CET OUVRAGE constitue le cours d'automatique dispensé aux élèves ingénieurs à l'École des mines de Paris.

Mots-Clefs : automatique, commande linéaire, filtre de Kalman, fonctions de Lyapunov, modèle d'état, point d'équilibre, représentation entrée-sortie, représentation polynomiale, stabilité, synthèse quadratique.

LES AUTEURS

Brigitte d'Andréa-Novel est professeur d'automatique à l'École des Mines de Paris. Ses domaines de recherche privilégiés concernent la commande non linéaire et ses applications aux systèmes mécaniques sous-actionnés et aux véhicules à roues, ainsi que la commande de systèmes mécaniques flexibles régis par des équations différentielles ordinaires couplées avec des équations aux dérivées partielles.

Michel Cohen de Lara est professeur de calcul des probabilités à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. Ses travaux portent sur le filtrage non linéaire et les méthodes géométriques pour l'étude des processus aléatoires, ainsi que sur la modélisation de problèmes d'environnement.

Illustration de couverture : « 2kπ », robot jongleur au travail.
Réalisé au Centre Automatique et Systèmes de l'École des Mines de Paris.





Cours d'Automatique: commande linéaire des systèmes dynamiques

Brigitte d'Andréa-Novel, Michel Cohen de Lara